

PROJECTE FINAL DE CARRERA

DISSENY DE NOVES RUTES DE CONSOLIDACIÓ DE POLS DE COURE AMB MIDA DE GRA NANOCRISTAL·LÍ. PROCESSOS DE COMPACTACIÓ I LAMINACIÓ

ANNEXES

Alumne:	Lluís Cassou Arnaiz
Especialitat:	Enginyeria Tècnica Industrial en Mecànica
Intensificació:	Enginyeria de Materials i Processos
Professor ponent:	José Antonio Benito Páramo
Data:	Gener 2007

ANNEX A: PROTOCOLS	1
1. MOLÍ DE BOLES.....	1
1.1. Càrrega del molí de boles	1
1.2. Extracció de la pols	3
1.3. Neteja dels recipients del molí	4
2. EMBOTICIÓ DE POLS AMB POLÍMER.....	5
3. MUNTATGE MORDASSES EN FRED DE LA INSTRON.....	6
4. PROGRAMACIÓ DEL COMANDAMENT DE LA INSTRON.....	6
4.1. Encesa de la Instron	7
4.2. Calibració	7
4.3. Preparació per a realitzar les compactacions	8
4.4. Arbore de funcions de la consola de control “Instron”	12
5. PROGRAMACIÓ PER A REALITZAR L’ASSAIG DE COMPRESSIÓ I DE FORJA	13
5.1. Programació de l’assaig	13
5.2. Guardar assaig.....	14
6. ACOBLAMENT I DESACOBLEMENT DEL FORN A LA PREMSA INSTRON.....	14
6.1. Acoblament del forn	14
6.2. Desacoblament del forn.....	15
7. FORN TUBULAR D’ALTA TEMPERATURA HOBERSAL	16
7.1. Programació del forn	16
7.2. Execució d’un programa.....	18
7.3. Col·locació del compacte al forn	19
8. POLIDORA CÒNCAVA.....	19

9. GATAN PRECISION ION POLISHING SYSTEM 21**ANNEX B: DADES EXPERIMENTALS 23****1. COMPACTES DE COURE 23****1.1. Taula resum de dureses dels diversos compactes realitzats i tractats****tèrmicament 23****1.2. Taula resum de compactes realitzats 23**

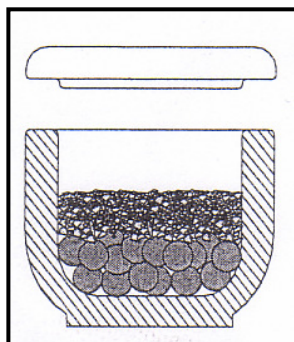
ANNEX A: PROTOCOLS

1. MOLÍ DE BOLES

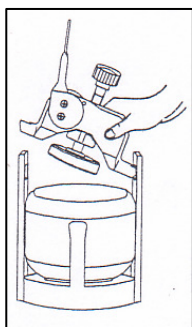
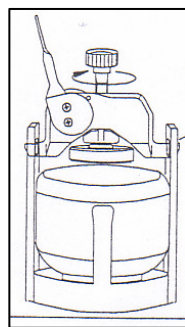
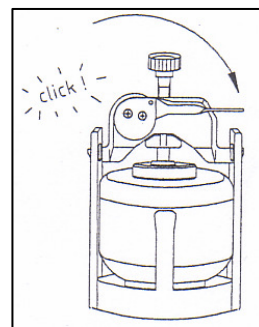
A continuació s'exposen les diverses operacions que es realitzen abans i després de l'ús del molí de boles.

1.1. Càrrega del molí de boles

1. Connectar el molí (interruptor situat a la part posterior d'aquest).
2. Obrir la tapa.
3. Obrir les tapes dels recipients aixecant les tanques de seguretat i desenroscant.
4. Posar-hi les boles en els recipients (40 en cadascun).
5. Introduir 6 grams de coure i a continuació la quantitat de cera de requerida per a realitzar la mòlta (entre 1,2% - 0% d'EBS, és a dir, entre 0,072 i 0 grams) en cadascun dels recipients (les quantitats poden variar segons el cas).

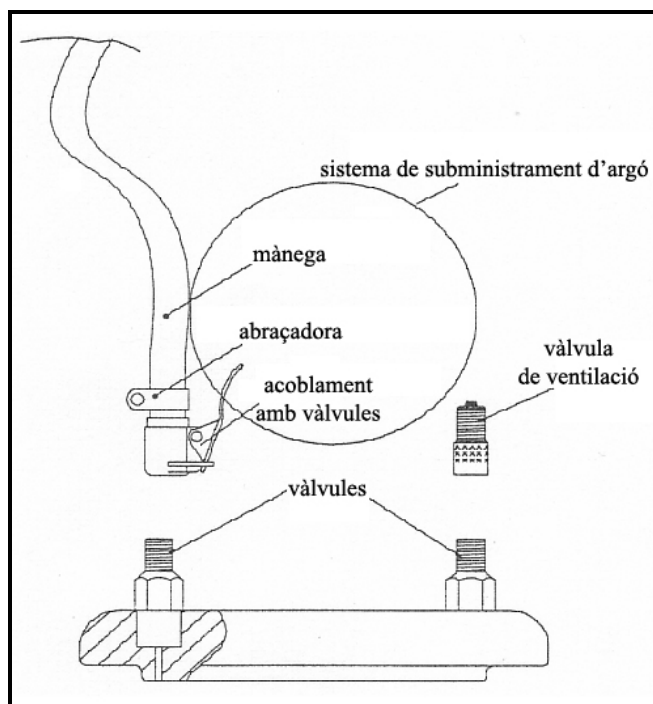


6. Tornar a col·locar les tapes correctament (enroscant i abaixant la tanca de seguretat).

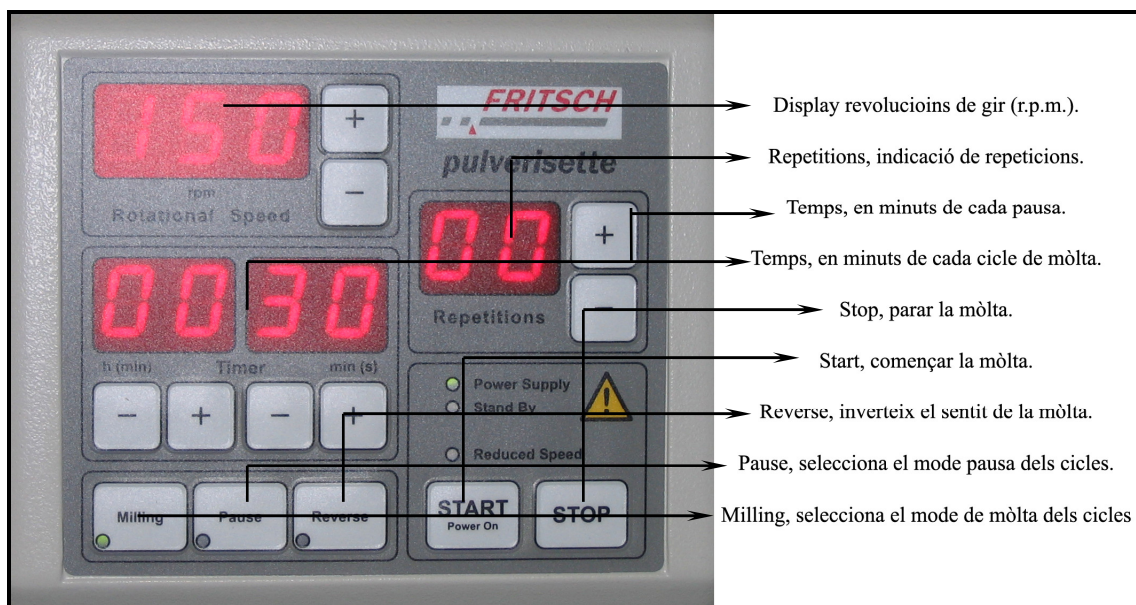
**1 Col·locació al suport.****2 Gir del cargol.****3. Baixada de la palanca**

7. Introduir l'argó :

- a. Endollar la mànega del gas a una de les dues vàlvules de la tapa del recipient.
- b. Pressionar (obrir) a vàlvula restant.
- c. Donar pressió fins 0.5 bar.
- d. Mantenir-ho durant 30 segons.
- e. Passats els 30 segons tancar la segona vàlvula (deixar de pressionar) i deixar-ho durant 10 segons per crear sobrepressió.
- f. Desendollar la mànega i tancar pas de la vàlvula d'argó.



8. Tancar la tapa del molí.
9. Programar del molí:
 - a. Prémer la tecla **MILLING** i introduir-hi el temps de cicle de mòlta. En aquest cas 30 minuts.
 - b. Prémer la tecla **PAUSE** i subministrar-li el temps de descans, normalment 30 minuts amb les mateixes tecles que el « **MILLING** ».
 - c. Introduir-hi les repeticions necessàries mitjançant REPEAT, per exemple 30 hores de molta són 59 repeticions (60 mitges hores).
 - d. Introduir el número de revolucions desitjades amb rpm. Per exemple 160 rpm.
 - e. **START**. D'aquesta manera s'aconsegueix engegar el molí en 60 cicles de 30 minuts de mòlta alternant-se amb 30 minuts de repòs.



1.2. Extracció de la pols

1. Pesar pots de vidre (on es guardarà la pols extreta).
2. Posar-se vestimenta adequada: bata de laboratori, guants de làtex i mascareta.
3. Obrir la tapa del molí.
4. Descollar els recipients de la safata del molí i portar-los sota la campana extractora i connectar-la.
5. Obrir la tapa del recipient.

6. Treure les quaranta boles d'una en una amb les pinces adequades.
7. Colpejar cada bola sobre un paper setinat per extreure'n la pols adherida.
8. La pols que es desprèn s'aboca dins els pots de vidre.
9. Estendre una tira de paper de cel·lulosa sobre la taula.
10. Col·locar les boles sobre la tira de paper de cel·lulosa.
11. Embolicar les boles amb part del paper i fregar fins que es vegin netes.
12. Desar les boles en una bossa de plàstic.
13. Sense sortir de sota la campana extractora abocar la pols que estigui lliure sobre un tros de paper setinat.
14. Abocar la pols al pot de vidre.
15. Rascar les parets i el fons dels recipients amb l'espàtula per extreure'n la pols més adherida i abocar-la sobre el paper setinat.
16. Es pesa el pot de vidre amb la pols de Cu extreta i se'n treu el pes net amb la resta del pes del pot de vidre buit.
17. Tapar els pots de vidre.
18. Segellar de forma hermètica el pot de vidre. Això s'aconsegueix envoltant de parafilm el tap del pot, agafant part del pot.

1.3. Neteja dels recipients del molí

Per realitzar la neteja dels recipients usats per a fer la mòlta es procedeix de la següent manera:

1. Posar-se vestimenta adequada: bata de laboratori, guants de làtex i mascareta.
2. Fregar els recipients (interior i tapa) per tal de treure la cera i la pols que hi pugui quedar amb paper de cel·lulosa.
3. Amb la pistola d'aire comprimit bufar les vàlvules de les tapes per eliminar possibles restes de pols.
4. Acabar d'extreure la pols que pugui quedar adherida a les parets dels recipients rasant amb una espàtula i fregar una altra vegada amb paper de cel·lulosa.

La pols extreta resultant no es pot reutilitzar, de manera que es llença a les escombraries pertinents.



5. Finalment, desar la bossa amb les boles dins dels recipients.
6. Col·locar els recipients en les seves posicions.

2. EMBOTICIÓ DE POLS AMB POLÍMER

Per a embotir una mostra de pols s'han de seguir els següents passos:

1. Obrir la clau de pas d'aigua cap a l'embotidora.
2. Connectar l'embotidora obrint el botó lateral de la màquina.
3. Dipositar una quantitat molt reduïda de pols al damunt de la contramatriu i escampar-la bé (a menys gruix millor adhesió).
4. Mitjançant la tecla DOWN, es baixa el punxó de l'embotidora.
5. A continuació es col·loca s'aboca una cullerada i mitja de baquelita.
6. S'encaixa la matriu damunt la contramatriu, es pressiona una mica per entrar-la i es cargola.
7. Es programa l'embotidora amb les següents condicions:
 - Força: 20kN.
 - Temps d'escalfament: 4 min. (temps necessari per fondre la baquelita)
 - Temps de refredament: 2 min. (temps necessari per solidificar la baquelita).
8. Es posa en marxa l'embotició mitjançant la tecla START.

Després d'acabar l'embotició es procedeix a extreure la proveta.

9. Descargolar la contramatriu.
10. Pressionar la tecla UP per a que el punxó pugi.
11. Retirar la contramatriu i agafar la proveta.
12. Netejar amb paper de cel·lulosa la cara del punxó.
13. Tancar la clau de pas de l'aigua i apagar l'aparell amb el botó lateral de l'embotidora.

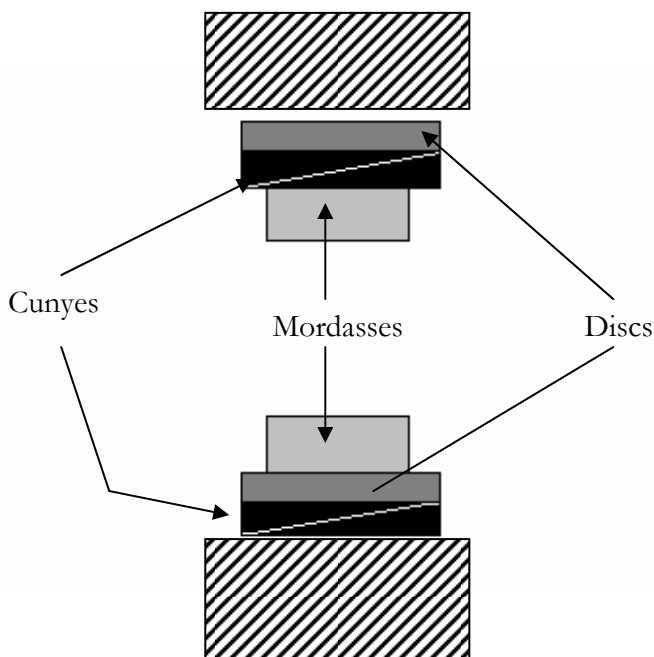
3. MUNTATGE MORDASSES EN FRED DE LA INSTRON

El muntatge de les mordasses per a realitzar els assaigs de compressió és el següent:

Les mordasses van fixades a la Instron mitjançant unes peces que disposen de dues rosques. La rosca de la part que va a la màquina va al revés. La subjecció per la mordassa inferior és la que té la part roscada ample; aquesta rosca és la que s'ha de subjectar a la màquina.

A més de fixar les mordasses d'aquesta manera, es col·loquen unes cunyes per acabar de subjectar-les amb més seguretat.

El muntatge es fa tal i com es veu en la següent imatge:

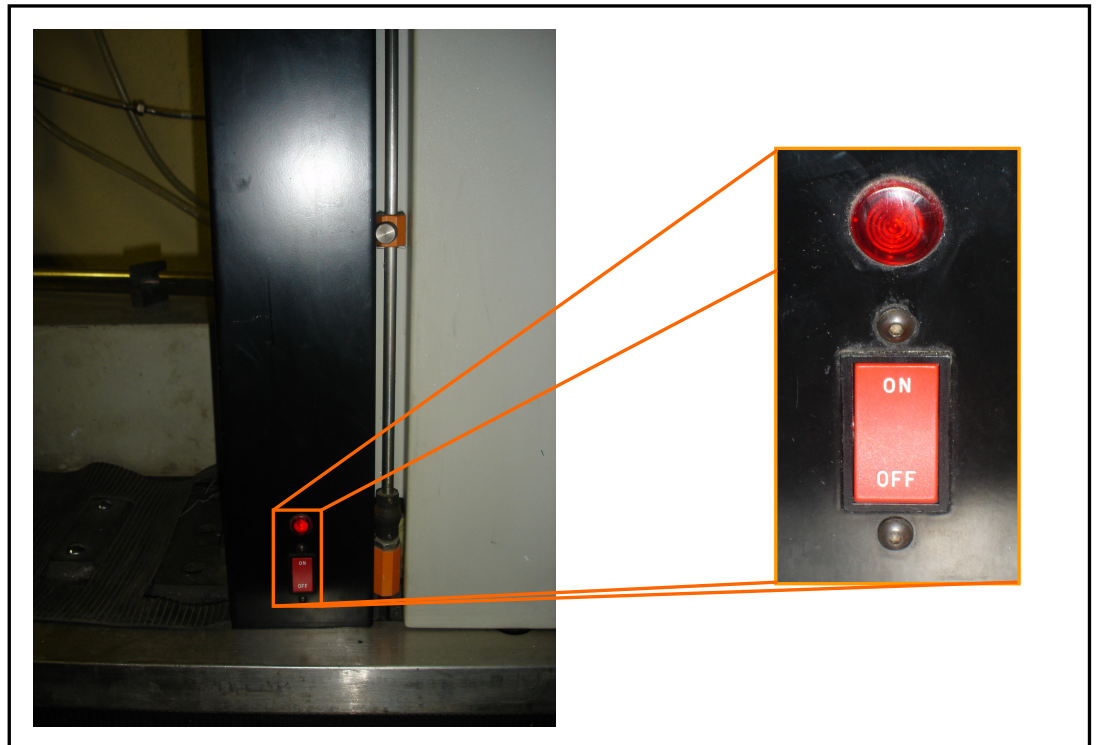


4. PROGRAMACIÓ DEL COMANDAMENT DE LA INSTRON

En aquest apartat s'exposen els diversos passos a seguir per a posar en marxa la màquina Instron i realitzar els diversos assaigs amb la màquina.

4.1. Encesa de la Instron

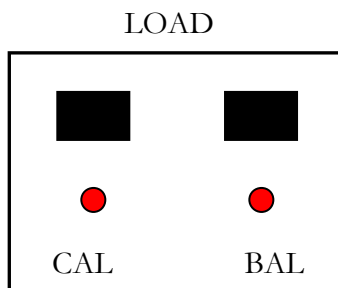
La màquina Instron s'encén mitjançant l'interruptor vermell, situat a baix a la dreta del bastidor de la màquina. Posteriorment s'ha d'esperar que s'hagi inicialitzat. Si salten els fusibles, s'ha de pujar la palanca del quadre que està a la paret de la dreta (mirant cap a la màquina)



4.2. Calibració

Una vegada encesa la màquina s'ha de calibrar la cèdula de càrrega, per a poder-la usar.

- 1.- Prémer **bal** ENTER (esperar que la llum aturi de fer pampallugues)
- 2.- Prémer **cal** | **scroll** (apareix identify?) ENTER (apareix 100.0 E3 N) ENTER (esperar que les llums deixin de fer pampallugues). Al visor de dalt ha d'aparèixer 0.000 N



4.3. Preparació per a realitzar les compactacions

LOAD/STRAIN: única opció possible.

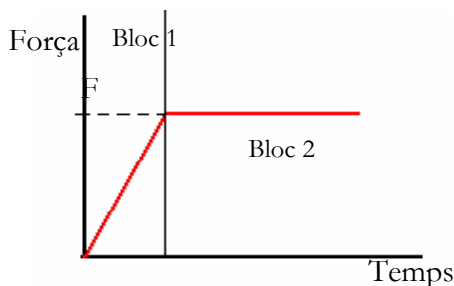
- **Status:** així se sap si l'assaig està en marxa (running) o parat (stopped)
- **Block:**
 - **block:** triar quin bloc es vol configurar. Prémer per introduir el número de bloc. ENTER/CLEAR confirmar/corregir.
 - **mode:** triar quin mode de control – position, load, stress, strain 1, strain 2, avg sn – es farà servir. Només cal configurar el PID del que es seleccioni.
 - **next:** triar l'acció a realitzar un cop s'hagi acomplert la condició fixada amb l'opció **trigger**. Es pot introduir el número del següent bloc o RETURN (tornada a posició inicial i aturada) o STOP.
 - **trigger:** triar quin indicador farà que passi d'un bloc a un altra (time, cycles, ramp fs, manual, next ml, position, load, stress, strain 1, strain 2, avg sn, external). És convenient escollir el mateix que a **mode** i posar el mateix valor que a **amp**. Si es tracta de mantenir un valor de força constant durant un temps escollir time i introduir el temps.
 - **(N):** Apareixen les unitats del control mode. Aquí es tria la forma de la corba, habitualment **ramp**.
 - **start:** triar CURRENT
 - **amp:** introduir el valor numèric fins on arriba l'assaig.
 - **rate/MIN:** introduir la velocitat d'aplicació en U per minut.

- **Loop shape:**
 - **mode:** triar el paràmetre per configurar. Apareix un altra menú amb tots els paràmetres; si se'n tria un es torna al menú anterior. Triar el que es faci servir com a mode de control.
 - **Proporcional, integral, derivatiu (PID):** prémer per introduir el valor. ENTER/CLEAR: confirmar/corregir.
- **Enable/Disable:** prémer quan s'hagin configurat tots els blocs i es vulgui fer començar l'assaig.
- **Loops:** si no volen fer-se repeticions posar l'opció **action** en off.
- **Action:** off.

4.3.1. Posar a zero la longitud

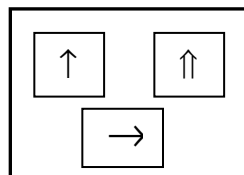
Es pressiona la tecla GL level i ENTER.

4.3.2. Exemple d'aplicació



Es vol fer un assaig de compactació. El primer bloc arriba a un valor de força F (Newtons) aplicada amb una velocitat v (N/min). El segon bloc manté la força durant un temps t (segons). Ja s'ha calibrat la màquina i s'ha muntat el dispositiu. Per navegar dintre els diferents menús i submenús existeixen tres fletxes situades al vèrtex superior dret de la consola.

La fletxa \uparrow torna al menú immediatament superior. La fletxa \rightarrow desplega més opcions dins un menú al mateix nivell.



En general, un llum vermell sota l'opció indica si aquesta opció està disponible.

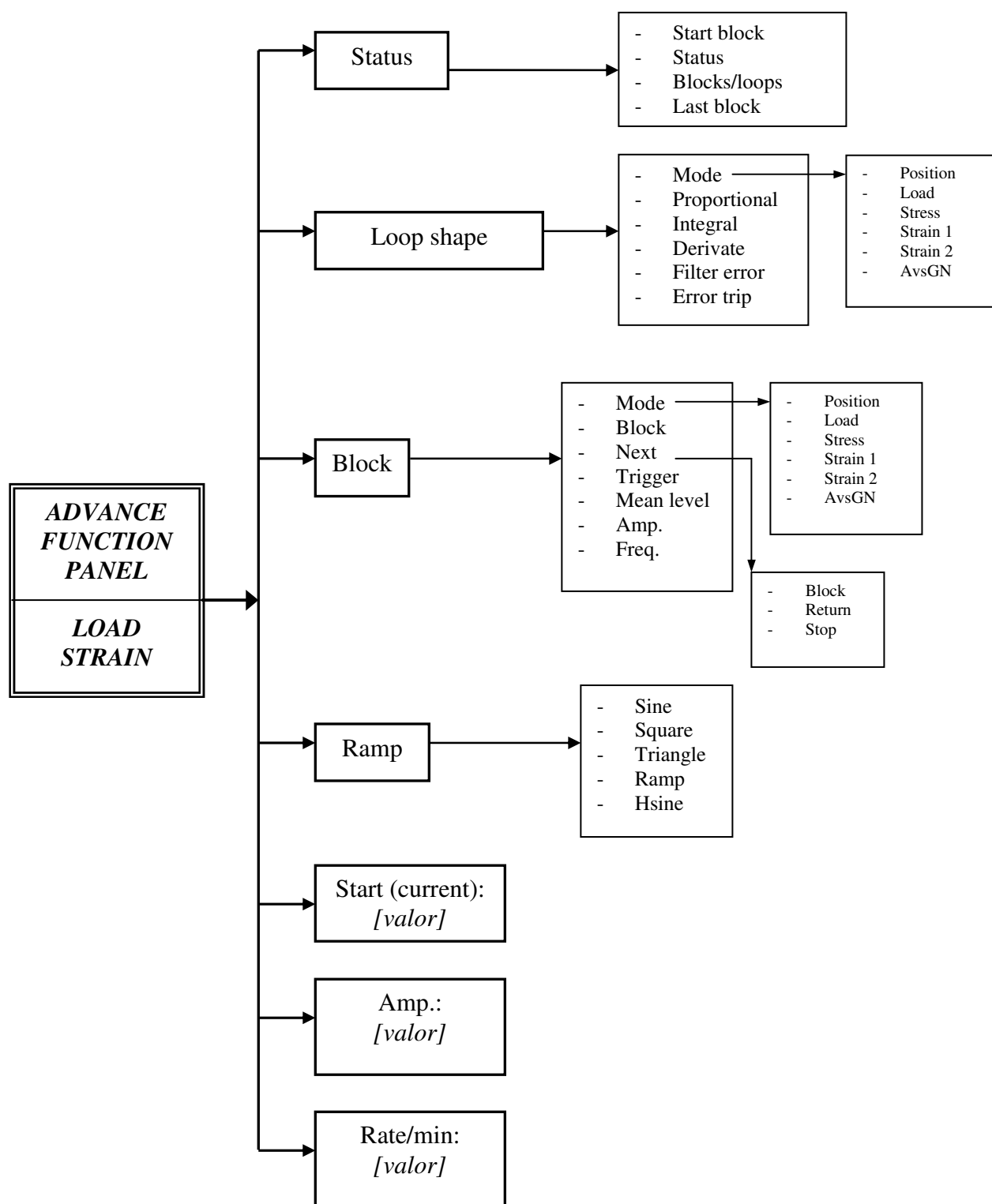
0. Prémer LOAD/STRAIN per accedir al menú principal

STATUS LOOP_SHAPE BLOCK ENABLE

1. LOOP SHAPE | MODE | LOAD | ↑ (permet configurar els valors del control PID)
2. BLOCK (permet configurar els perfils de les corbes que regiran l'acció de la màquina)
 - 2.1. BLOCK | **1 enter** (selecciona quin bloc es configura)
 - 2.2. MODE | LOAD (selecciona quin PID actua)
 - 2.3. NEXT | **2 enter** (selecciona a quin bloc ha d'anar quan s'hagi acomplert la condició establerta al TRIGGER)
 - 2.4. TRIGGER | Si ja apareix **load** al visor, es pot passar directament a introduir el valor de **level** | TRIGGER | → | LOAD | LEVEL | **F (N) enter** (introduir el valor numèric al qual es vol arribar; en Newtons. La compressió porta un signe negatiu) | ↑ | →
 - 2.5. (N) | RAMP (selecciona quina forma tindrà la corba)
 - 2.6. START | CURRENT (seleccionant CURRENT la màquina comença al valor de força en el que es trobi)
 - 2.7. AMP | **F (N) enter** (introduir fins a quin valor de força es vol arribar. És important que coincideixi amb el valor introduït a trigger. La compressió porta un signe menys.)
 - 2.8. RATE/MIN | **v (N/MIN) enter** (introduir la velocitat d'aplicació de la força; el pendent de la recta. En valor absolut.) | →
 - 2.9. BLOCK | **2 enter**
 - 2.10. MODE | LOAD

- 2.11. NEXT | RETURN (la màquina farà tornar al punt d'extensió zero la mordassa mòbil)
- 2.12. TRIGGER | Si ja apareix **time**, introduir **level** | TRIGGER | TIME | LEVEL | **t (s) enter** (ara es vol mantenir la mateixa força durant un temps determinat. Quan s'hagi complert la condició indicada la màquina actuarà en consonància al qual s'hagi introduït a NEXT) | ↑ | →
- 2.13. (N) | RAMP
- 2.14. START | CURRENT
- 2.15. AMP | **0 enter** (així s'aconsegueix mantenir constant el valor de força. En aquest cas no cal introduir cap valor a RATE/MIN) | ↑ | →
- 3. ACTION | STOP | →
- 4. Situar les mordasses en posició per començar.
 - 4.1. Posar a zero la longitud: prémer GL LEVEL i ENTER. (GL LEVEL és un botó situat a la part inferior de la consola)
- 5. ENABLE
- 6. START

4.4. Arbre de funcions de la consola de control “Instron”



5. PROGRAMACIÓ PER A REALITZAR L'ASSAIG DE COMPRESSIÓ I DE FORJA

Després d'haver col·locat les mordasses adients per a realitzar l'assaig s'encén l'ordinador connectat a la màquina Instron i es prem el botó "Computer control" de la Instron.

5.1. Programació de l'assaig

Un cop encès l'ordinador es realitzen els següents passos:

1. Entrar a Win95.
2. Executar el programa UPC.
3. Una vegada dins el programa prémer "Assaig a vel. constant".
4. Prémer "Començar".

Surt una pantalla a on s'han d'introduir les condicions en les que es realitza l'assaig:

- Longitud inicial del compacte.
- Diàmetre inicial del compacte.
- Velocitat de deformació de l'assaig.
- Deformació màxima de la proveta.
- Precàrrega que s'exerceix.

ASSAIG A VELOCITAT DEFORMACIÓ VERTADERA CONSTANT	
DADES INICIALS PER A L'ASSAIG	
Longitud Inicial: <input type="text"/> mm	Diàmetre Inicial: <input type="text"/> mm
Velocitat de Deformació: <input type="text"/> s ⁻¹	Deformació Màxima: <input type="text"/>
PRECARGA: <input type="text"/> N	
<input type="button" value="CANCEL·LA"/>	<input type="button" value="ACCEPTA"/>

Exemple quadre del programa UPC

5. Finalment s'accepta i comença l'assaig.

5.2. Guardar assaig

Per a guardar les dades obtingudes una vegada realitzat l'assaig es procedeix d'aquesta manera:

1. Fitxer.
2. Desa. Guardar en arxiu "res".
3. Tornar a realitzar el pas 1 i 2 guardant en aquest cas en format "mul". Es tracta d'un tipus d'arxiu múltiple a on s'ha d'especificar quines dades de l'assaig es volen guardar. En aquest cas es desitja guardar:
 - Tensió vertadera.
 - Deformació vertadera.
 - Velocitat de deformació vertadera. (per a comprovar que l'assaig s'ha fet amb velocitat de deformació constant).

6. ACOBLAMENT I DESACOBLEMENT DEL FORN A LA PREMSA INSTRON

6.1. Acoblament del forn

Per al muntatge del forn només cal seguir els següents passos:

1. Muntar la barra a la part posterior del bastidor de la màquina. Subjectar-hi el forn. Per evitar possibles enrampades es recomana la utilització de guants ignífugs.
2. Muntar les mordasses pel forn. Convé muntar primer la inferior i després utilitzar-la de suport per collar la superior. S'utilitzen dos pernys llargs per la inferior i quatre per la superior.
3. Connectar el termopar introduint-lo per un dels orificis petits de la mordassa inferior. Comprovar el correcte funcionament del termopar.
4. Connectar l'argó. S'empren dos orificis petits oposats.
5. Tapar l'orifici restant per reduir al màxim l'entrada d'oxigen.



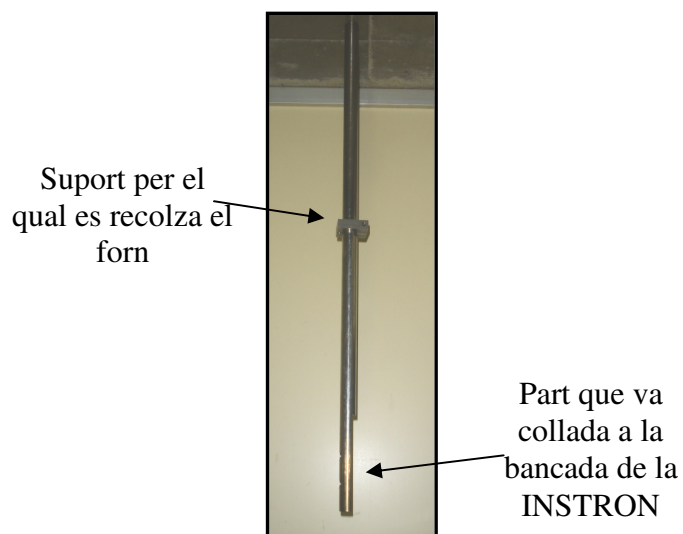
6. Posar el motlle el més centrat possible sobre la mordassa inferior.
7. Posar el cilindre de quars. Col·locar amb la màxima precaució. Tancar el forn.
8. Tornar a calibrar la cèl·lula de càrrega. Prémer **CAL**, **ENTER** i **ENTER**.
9. Pujar la part inferior fins que el motllo faci contacte amb la mordassa superior.
No carregar-lo excessivament (aproximadament uns -30N).
10. Posar l'indicador de posició a zero (**Reset GL**).
11. Tapar la part superior del cilindre de quars amb llana de vidre per augmentar l'estanqueïtat. És totalment imprescindible utilitzar protecció a les mans per a manipular la llana de vidre.
12. Obrir l'aixeta de l'aigua situada darrera la màquina. Entre un quart i la meitat.
13. Encendre interruptor general al frontal del potenciòmetre.
14. Encendre la bomba (**cooling**). Pot ser necessari omplir-la, si és així s'afegeix aigua destil·lada pel tap roscat en forma de cargol.
15. Posar el comandament de la bomba en automàtic.
16. Programar i executar el programa per controlar la pressió que es produeix amb la dilatació.(Veure programa al *protocol de programació de la INSTRON* a l'annex.)
17. Encendre forn (**heater**).
18. Introduir la temperatura a la que es vol escalfar amb els botons de comandament del display termopar/forn.
19. Es partirà amb el potenciòmetre a 90 i s'anirà incrementant en unes 20 unitats cada 5 minuts, d'aquesta manera s'assegura una pujada de temperatura relativament lenta.
20. Quan la temperatura del termopar sigui de 100 °C obrir el pas d'argó. Es donarà una pressió d'uns 0,5bar.

6.2. Desacoblament del forn

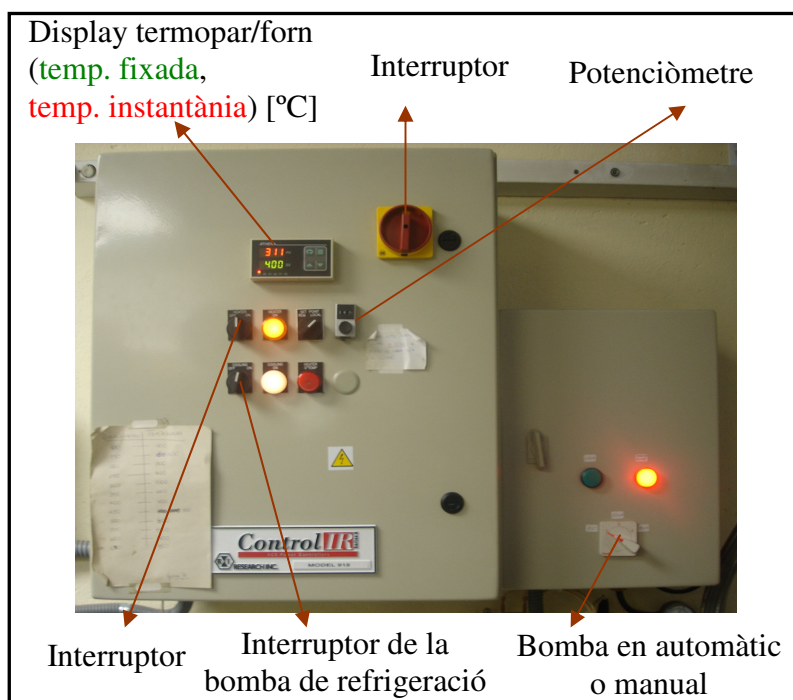
Un cop el forn no és necessari es retira de la següent forma:

1. Apagar el forn i tornar a encendre el refrigerador.
2. Per sota els 100 °C, retirar l'argó.
3. Desmuntar la mordassa superior, després la inferior i finalment el forn.





Barra suport del forn



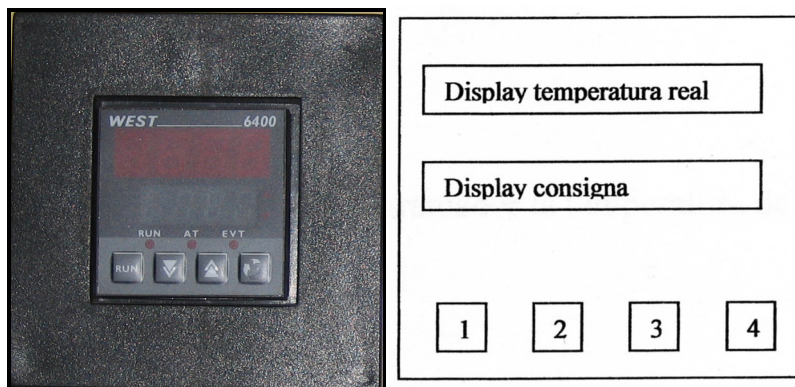
Quadre de comandament del forn i de la bomba de refrigeració amb les seves parts més importants.

7. FORN TUBULAR D'ALTA TEMPERATURA HOBERSAL

7.1. Programació del forn

El forn disposa d'un controlador i programador de rampes de temperatures.

Per programar-lo es realitza com es presenta a continuació.



Esquema del comandament del forn.

Programació de rampes:

Quan es vol utilitzar la funció de programador la temperatura de treball ha d'estar situada a 20°C. L'exemple serà d'un cicle de pujada de temperatura, manteniment i apagat del forn.

1. Prémer la tecla nº4. Apareix SP.
2. Tecles de pujar i baixar per a col·locar la temperatura de 20°C.
3. Prémer la tecla nº4. Apareix prog.
4. Pujar o baixar per a col·locar el núm. de programa (1,2,3,4) que es desitgi programar.
5. Prémer la tecla nº4. Apareix en el display superior la temperatura interior del forn. En el display inferior apareix la temperatura de treball.
6. Prémer la tecla nº3 i nº4 a la vegada. Apareix un bucle:
 - Prog – Crear programa.
 - Cont – Configurar.
 - End – Sortir.
7. Quan apareix PROG. Prémer ràpidament la tecla nº4. Llavors apareix ULOC.
8. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar nº15 (clau d'accés). Llavors apareix 01-F (1ª temperatura) °C.
9. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar una temperatura desitjada.
10. Prémer la tecla nº4. Llavors apareix 01-T (1º temps) hores i minuts.
11. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar el temps desitjat.
12. Prémer la tecla nº4. Apareix 02-f (2ª temperatura).
13. Amb les tecles de pujar i baixar. Col·locar (----) temperatura per a mantenir l'anterior, i apareix 02-D.
14. Prémer la tecla nº4. De manera que apareix 02-+ (2º temps).

15. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar 0.30 de manteniment.
16. Prémer la tecla nº4. Apareix 03-F (3ª temperatura).
17. Tecla de baixar per a col·locar (END) final de programa i apareix 03-E.
18. Prémer tecla nº4. Apareix C i CL (núm. de reparacions).
19. Amb les tecles de pujar i baixar (es recomana col·locar 1).
20. Prémer la tecla nº4. Apareix base.
21. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar “hour”.
22. Prémer la tecla nº4. Apareix GSb.
23. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar “OFF”.
24. Prémer la tecla nº4. Apareix E-01. Només lectura.
25. Prémer de nou la tecla nº4. Apareix LOC.
26. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar “10” (clau d'accés).

Per a sortir del programa s'ha de prémer primer la tecla nº4 i després la tecla nº3 de manera continua i ràpida.

S'ha de repetir aquest apartat de programació cada vegada que es desitgi configurar un programa (1,2,3,4).

7.2. Execució d'un programa

1. Prémer la tecla nº4. Apareix SP.
2. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar la temperatura a la que es desitja iniciar el programa (20°C).
3. Prémer la tecla nº4. Apareix prog.
4. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar el núm. de programa (1,2,3,4) que es desitgi executar.
5. Prémer la tecla nº4.
6. Prémer la tecla nº1 “RUN”. Apareix Prog.
7. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar el núm. de programa per a executar.
8. Prémer la tecla nº1 “RUN”. Apareix “DELY”.
9. Amb les tecles de pujar i baixar col·locar el temps d'inici de programa (es recomana 0).
10. Prémer la tecla nº1 “RUN”. La llum del pilot RUN fa pampallugues si el temps d'inici és diferent a 20” i queda encès si el temps d'inici és “0”.



Per a “pausar” el programa s’ha de prémer un segon la tecla nº1 “RUN” (el pilot no fa pampallugues). Si es desitja continuar s’ha de prémer la tecla nº1 “RUN” i el pilot s’il·lumina.

Per acabar amb el programa es prem la tecla nº1 “RUN” 4 segons. Llavors el pilot s’apaga.

7.3. Col·locació del compacte al forn

1. Es connecta una mànega a un extrem del tub del forn a on hi ha una tapa amb un orifici dissenyat per a la col·locació de la mànega.
2. La mànega està connectada en l’altra extrem a una bombona d’argó, de manera que a continuació es procedeix a donar-hi pressió, per tal que es creï una atmosfera inerta d’argó al forn.
3. El compacte es col·loca primer en una petit gresol resistent que conserva les seves propietats a altes temperatures.
4. S’obre la tapa del forn, es col·loca el gresol amb el compacte dins el tub del forn.
5. S’empeny cap a dins del tub mitjançant una vareta d’acer que té una marca per saber quina és la profunditat adient per a col·locar dins del forn el compacte.
6. Es col·loca la tapa del forn proveïda d’un orifici per a que l’argó circuli i s’escapi.

8. POLIDORA CÒNCAVA

Per tal d’obtenir mostres de TEM, microscopi electrònic de transmissió, a partir d’un compacte es farà un tall d’unes 500µm i es realitzarà un pre-aprimament mecànic mitjançant un disc grinder fins les 100 µm. A continuació, es troquel·larà el disc aprimat per a obtenir una mostra de 3mm de diàmetre. Seguidament de l’aprimament manual es necessitarà una concavitat a la mostra, que s’assolirà gràcies a la polidora còncava. El procediment de la polidora còncava és el següent:

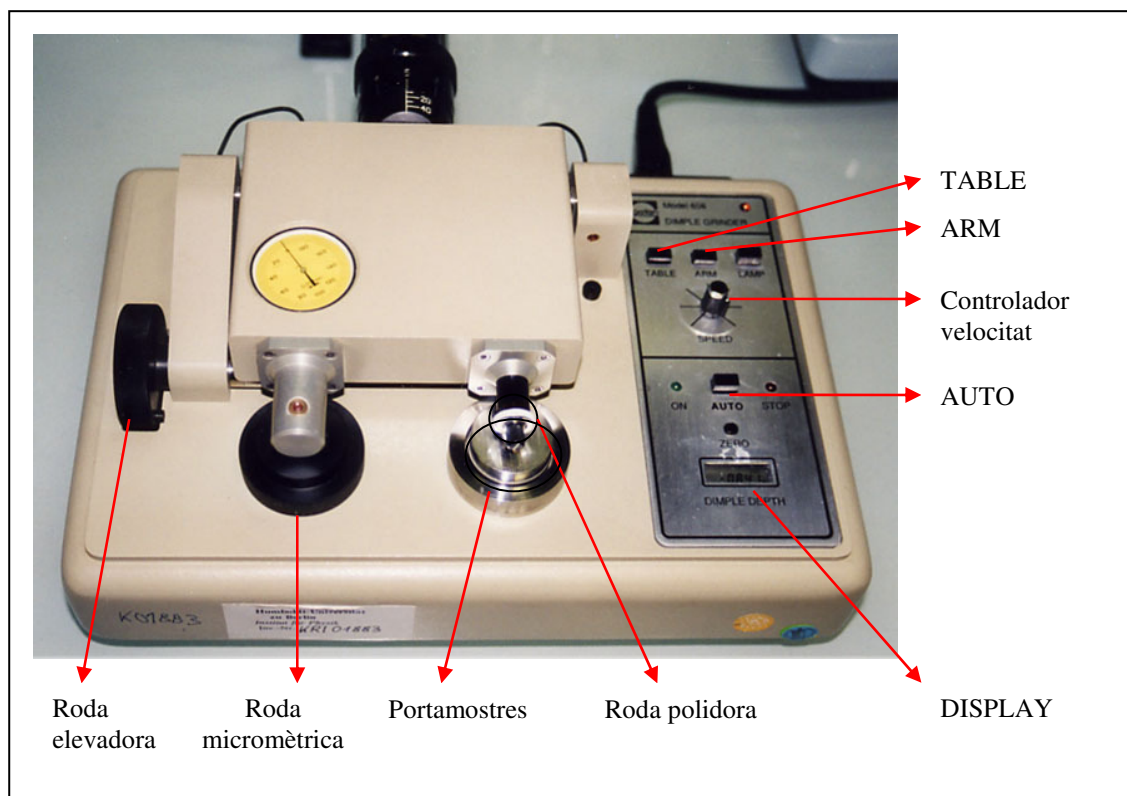
1. Pujar la polidora mitjançant la rodeta vertical de la part de l’esquerra i amb l’ajut de la mà.
2. Col·locar la mostra enganxada mitjançant cera a un cilindre en el forat de la màquina.

A continuació es calibrarà el zero de la màquina,

3. S'engega la màquina amb l'interruptor situat a la part posterior dreta.
4. Per a realitzar-ho el calibratge, s'ha de baixar la polidora mirant que toqui una part plana de la superfície del cilindre.
5. Es gira la roda horitzontal de la màquina en sentit antihorari fins a arribar al màxim, es prem dues vegades el botó auto per encendre el pilot verd-on, i es gira la rodeta lentament en sentit horari fins que s'apaga la llum verda i s'encén la taronja-stop.
6. Per últim, es prem dues vegades el botó zero i s'obté la calibratge del zero.

Ara es seguirà amb el polit còncav,

7. Pujant la polidora i es centra la mostra amb l'ajut d'una lupa.
8. A continuació, es torna a baixar la polidora i mitjançant la rodeta horitzontal s'estableix al display el gruix desitjat al finalitzar l'operació.
9. Es cobreix el disc polidor amb la pasta de diamant i el lubricant corresponent.
10. Per finalitzar, s'engega el procés prement els botons ARM i TABLE alhora, col·locant una velocitat moderada i es vigila col·locant lubricant al disc quan sigui necessari.

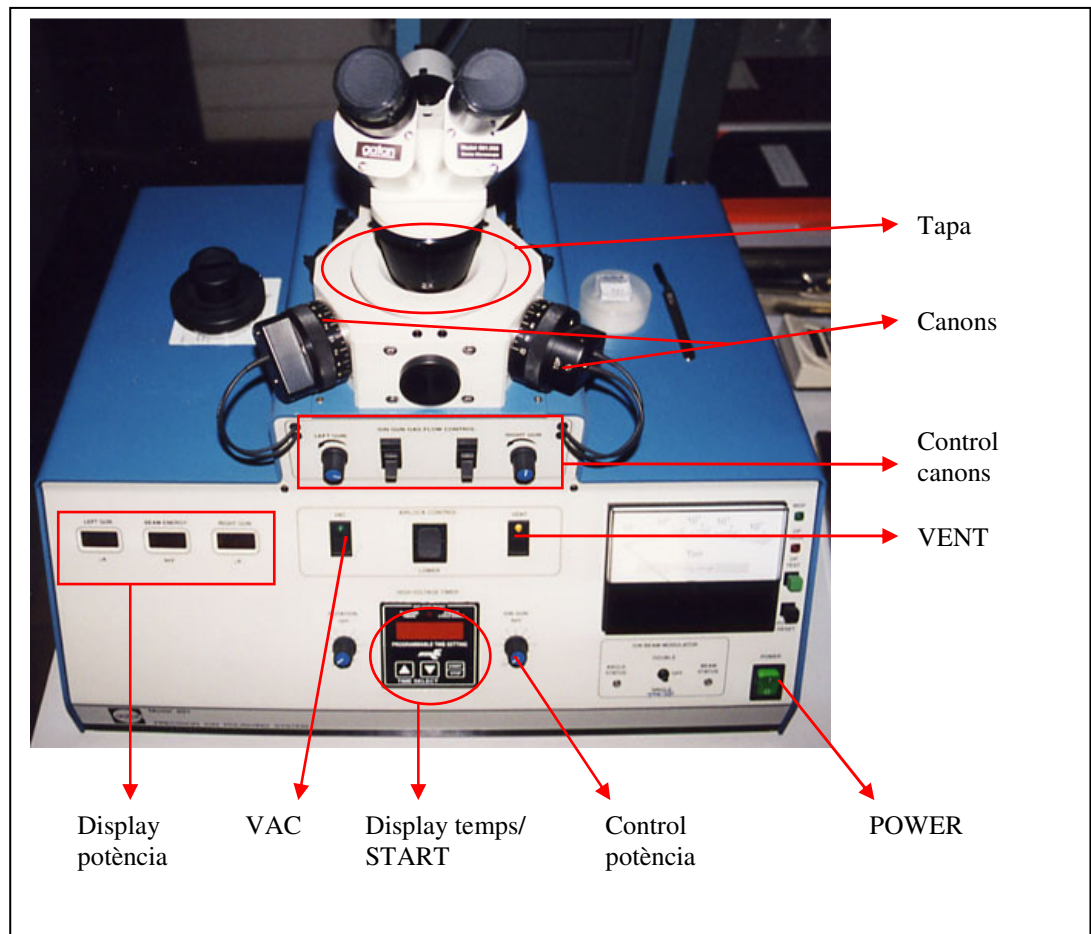


Polidora còncava

9. GATAN PRECISION ION POLISHING SYSTEM

Per a la utilització del PIPS es faran els següents passos:

1. Encendre la màquina mitjançant POWER.
2. Col·locar la posició de l' AIRLOCK CONTROL amunt.
3. Sense la mostra es tapa la màquina, es realitza el buit polsant el botó VAC fins encendre el pilot verd i posicionem l' AIRLOCK CONTROL avall.
4. Moure l'ION GUN CONTROL fins que al display surtin 5kV.
5. A continuació, engegar el canó esquerre fins al nivell màxim i restar-li un 10%.
6. Es tanca el canó i s'obre el dret realitzant l'operació anterior.
7. Es tanca el segon canó i es torna a pujar l' AIRLOCK CONTROL.
8. Ara, es prem el botó VENT , per tal d'eliminar el buit de la màquina.
9. S'obre la tapa, es col·loca la mostra, es tornar a tapar i es torna a realitzar el buit.
10. Després, es torna l' AIRLOCK CONTROL avall i posicionem els canons:
l'esquerre a 7 Top i el dret a -7.
11. Seguidament s'encenen els dos canons i s'hi col·loca el temps desitjat.
12. S'engega el procés prement el botó START.
13. Per últim, s'hi col·loca el sensor, el qual aturarà el procés un cop realitzat el forat.

*Polidora iònica*

ANNEX B: DADES EXPERIMENTALS

1. COMPACTES DE COURE

1.1. Taula resum de dureses dels diversos compactes realitzats i tractats tèrmicament

A continuació es mostra una taula amb els compactes realitzats a 300°C de temperatura de consolidació, les seves compacitats i dureses:

COMPACTE	% COMPACITAT	HV MITJA Cara Superior	HV MITJA Cara inferior	T.TÈRMIC
24	95,9	288±26	277±11	
25	95,9	279±15	278±6	
26	95,9	283±10	273±8	325
27	95,7	291±18	282±6	350
28	95,5	295±15	288±10	375
29	96,6	290±14	285±9	400
30	95,5	265±5	264±4	
31	95,9	265±2	265±3	350
32	95,4	265±2	264±3	375
33	96,4	265±2	265±3	400
34	89,1	258±6	257±8	
35	95,6	263±4	263±7	

A la taula tenim de color verd els compactes que han estat tractats tèrmicament i assajats a compressió, mentre de color blau hi ha els compactes que han estat tractats tèrmicament i preparats per un assaig de tracció.

1.2. Taula resum de compactes realitzats

Veure pàgina següent.

Nº. comp	Mòlta (h)	pols	σ fred (MPa)	Temp (°C)	F cal (ton)	σ Cal (MPa)	Temps sos.(h)	Massa (g)	Dim (mm)	Comp %	Observacions
22	20	0.15%	1300	250	5.00	1300	1	1.697	7.00x5.22	94.3	Dureses, TEM
23	20	0.15%	1300	300	5.00	1300	1	1.696	7.00x5.16	95.3	Dureses, TEM
24	20	0.15%	1300	300	5.00	1300	1	1.711	7.00x5.17	95.9	Dureses, Tall, TT's, Electropul·lit
25	20	0.15%	1300	300	5.00	1300	1	1.703	7.00x5.15	95.9	Dureses, Asg. Compressió
26	20	0.15%	1300	300	5.00	1300	1	1.707	7.01x5.13	95.9	Dureses, TT325°C, Asg. Compressió
27	20	0.15%	1300	300	5.00	1300	1	1.702	7.00x5.16	95.7	Dureses, TT350°C, Asg. Compressió
28	20	0.15%	1300	300	5.00	1300	1	1.688	7.01x5.11	95.5	Dureses, TT375°C, Asg Compressió
29	20	0.15%	1300	300	5.00	1300	1	1.703	7.01x5.10	96.5	Dureses, TT400°C, Asg. Compressió
30	20	0.15%	1300	300	6.65	1300	1	1.703	7.00x5.17	95.5	Dureses
31	20	0.15%	1300	300	6.65	1300	1	0.538	9.21x0.94	95.9	Dureses, Asg. Tracció
32	20	0.15%	1300	300	6.65	1300	1	0.582	9.22x1.02	95.4	Dureses, Asg. Tracció
33	0	0.00%	1300	300	6.65	1300	1	0.548	9.22x0.95	96.4	Dureses, Asg. Tracció
34	20	0.15%	1300	300	6.65	1000	1	3.409	9.24x6.37	89.1	Dureses, Asg. Tracció
35	20	0.15%	1300	300	8.50	1300	1	3.268	9.23x5.7	95.6	Dureses, Asg. Tracció

